

**WO0139907**

**Pipe end deforming procedure for making joint uses matrix  
with face recess and die to expand tube into recess**

The procedure consists of fixing the pipe (6) in a matrix (2) with a face cavity corresponding to the required final shape and applying a force to the projecting end (16) of the pipe with a shaping tool (24). The shaping tool has an end die (26) with a cavity (12) to receive the pipe end (16), the cavity having a base (32) and a side wall shaped to produce the required deformation. The pipe end is deformed by applying a basically axial force to it with the shaping tool while rotating the tool about the axis (14) of the pipe with the axis of the tool cavity set at an angle of 2 - 5 degrees to the axis of the pipe.

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
7 juin 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/39907 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: **B21D 17/02**

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/03232

(22) Date de dépôt international:

21 novembre 2000 (21.11.2000)

(25) Langue de dépôt:

français

(26) Langue de publication:

français

(30) Données relatives à la priorité:

99/15111

30 novembre 1999 (30.11.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US):

**PARKER HANNIFIN SA** [FR/FR]; Z.I. du Mont Blanc,  
17 rue des Buchillons, F-74100 Annemasse (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement): **GOUIRAN, Didier** [FR/FR]; 17 rue du Révérend Père Favre, F-74100 Ville-la-Grand (FR).

(74) Mandataire: **CABINET GERMAIN ET MOREAU**; BP 6153, F-69466 Lyon Cedex 06 (FR).

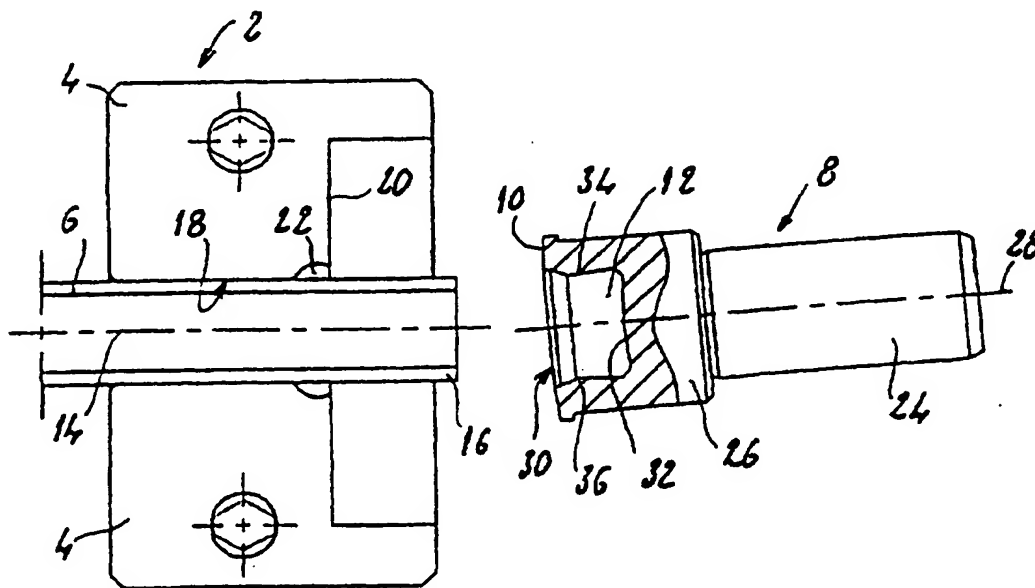
(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR DEFORMING A TUBE IN THE PROXIMITY OF ONE OF ITS ENDS AND TOOL THEREFOR

(54) Titre: PROCÉDE DE DEFORMATION D'UN TUBE A PROXIMITÉ DE L'UNE DE SES EXTREMITES ET OUTIL MIS EN OEUVRE DANS CE PROCÉDE



(57) Abstract: The invention concerns a method comprising the following steps: placing a tube (6) in an opening matrix (2) having an impression (22) corresponding to the desired final external shape; inserting the end (16) of the tube into a cavity (12) of a shaping component (26), said cavity having a base (32), a side wall with adapted shape, and an opening (30) opposite the base (32); pressing the end (16) of the tube against the base (32) of the cavity (12), leaving a clearance between the opening of the cavity and the matrix; applying an essentially axial force on the end (16) of the tube, the zone of application of the force rotating about a longitudinal axis (14) of the tube thereby causing gradual deformation of the tube; withdrawing the end of the deformed tube outside the cavity (12) of the shaping component and outside the matrix (2).

[Suite sur la page suivante]



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

— Avec rapport de recherche internationale.

(57) **Abrégé:** Ce procédé comporte les étapes suivantes: un tube (6) est mis en place dans une matrice (2) ouvrante présentant une empreinte (22) correspondant à la forme extérieure finale souhaitée; introduction de l'extrémité (16) du tube dans une cavité (12) d'une pièce de forme (26), cette cavité présentant un fond (32), une paroi latérale de forme adaptée, ainsi qu'une ouverture (30) opposée au fond (32); appui de l'extrémité du tube (16) contre le fond (32) de la cavité (12), un jeu subsistant entre l'ouverture de la cavité et la matrice; application d'une force essentiellement axiale sur l'extrémité (16) du tube, la zone d'application de la force tournant autour de l'axe longitudinal (14) du tube provoquant ainsi une déformation progressive du tube; retrait de l'extrémité du tube déformé hors de la cavité (12) de la pièce de forme et hors de la matrice (2).

PROCEDE DE DEFORMATION D'UN TUBE A PROXIMITE DE  
L'UNE DE SES EXTREMITES ET OUTIL MIS EN OEUVRE DANS CE  
PROCEDE

5

La présente invention concerne un procédé de déformation d'un tube à proximité de l'une de ses extrémités notamment pour la réalisation d'un raccord étanche pour tubes rigides. L'invention concerne également un outil mis en œuvre dans un tel procédé.

10 Le procédé dont il est question ici doit permettre de réaliser la déformation d'un tube pour réaliser un raccord du type de celui représenté sur la figure 2 du document DE-195 26 316 C2 ou bien encore dans le document DE-197 57 946 A1. Dans ces deux documents, on retrouve un raccord d'un tuyau rigide. Un écrou est emmanché sur le tube à raccorder.  
15 L'extrémité du tube à raccorder est introduite dans une partie mâle du raccord qui comporte d'une part sur sa surface extérieure un filetage correspondant au taraudage de l'écrou et d'autre part à l'intérieur un alésage conique. Le tube est déformé vers l'extérieur pour réaliser une butée permettant de limiter la longueur d'introduction du tube à raccorder dans la partie mâle. Une fois l'extrémité du tube emmanchée dans la partie  
20 mâle, l'écrou est vissé sur le filetage correspondant en venant prendre appui directement ou indirectement sur la déformation du tube rigide à raccorder.

25 Les documents cités n'indiquent pas comment est réalisée la déformation du tube. Il est en fait connu de placer l'extrémité du tube à déformer dans une matrice et de venir pousser sur l'extrémité libre du tube afin de déformer la paroi de celui-ci et venir pousser la matière formant ce tube dans un logement prévu à cet effet dans la matrice.

30 Un inconvénient de ce dispositif est qu'il nécessite l'utilisation d'une machine lourde pouvant exercer des efforts importants. En outre, il faut une grande quantité d'énergie pour déformer le tube.

Un autre inconvénient de ce procédé de réalisation est qu'il casse les fibres du métal formant le tube à raccorder. Au niveau de la déformation, ce tube est donc fragilisé.

35 Pour d'autres types de raccords, pour lesquels la déformation du tube est effectuée immédiatement à l'extrémité du tube à raccorder, il est

connu de réaliser une déformation du tube par bouterollage. Le brevet EP-O 381 603 B1 décrit un tel procédé de réalisation d'un raccord. Ce procédé permet de respecter les fibres du métal et consomme moins d'énergie mais ne permet pas de réaliser un raccord tels ceux révélés dans  
5 le document DE-197 57 946 A1.

La présente invention a alors pour but de fournir un procédé permettant de déformer un tube à distance de son extrémité libre sans le fragiliser.

À cet effet, elle propose un procédé de déformation d'un tube  
10 présentant un axe longitudinal, à proximité de son extrémité, dans lequel le tube est mis en place dans une matrice ouvrante présentant une empreinte correspondant à la forme extérieure finale souhaitée, une extrémité libre du tube dépassant hors de la matrice.

Selon l'invention, ce procédé comporte en outre les étapes  
15 suivantes :

- introduction de l'extrémité du tube dépassant de la matrice dans une cavité d'une pièce de forme, cette cavité présentant un fond, une paroi latérale de forme adaptée au tube et à la déformation souhaitée, ainsi qu'une ouverture opposée au fond,
- 20 - appui de l'extrémité du tube contre le fond de la cavité, un jeu subsistant entre l'ouverture de la cavité et la matrice,
- application d'une force essentiellement axiale sur l'extrémité du tube par l'intermédiaire de la pièce de forme, la zone d'application de la force tournant autour de l'axe longitudinal du tube provoquant ainsi une  
25 déformation progressive du tube,
- retrait de l'extrémité du tube déformé hors de la cavité de la pièce de forme et hors de la matrice.

Le fait que la force permettant de réaliser la déformation ne soit pas appliquée simultanément à toute la périphérie du tube permet de  
30 déformer progressivement le tube sans casser les fibres du métal constituant ce tube. Comme le tube est introduit dans une cavité, la déformation est contrôlée. En adaptant la forme de cette cavité, il est possible de laisser sans déformation une partie du tube sur une longueur prédéterminée à partir de son extrémité libre.

35 Divers moyens sont envisageables pour exercer une force localement sur le tube en tournant autour de l'axe de celui-ci. On peut par

exemple envisager d'avoir un galet presseur venant agir sur une paroi de la pièce de la pièce de forme en roulant sur cette paroi et en décrivant un cercle autour de l'axe du tube à déformer.

Dans une forme d'exécution avantageuse du procédé selon l'invention, la pièce de forme est par exemple intégrée à un outil présentant un axe longitudinal incliné par rapport à l'axe du tube et sensiblement sécant avec ce dernier, et la force essentiellement axiale est exercée sur l'extrémité du tube par mise en rotation de l'outil, celui-ci étant alors animé d'un mouvement orbital par rapport à l'axe du tube, et par rapprochement simultané de l'outil et de la matrice.

Dans cette forme d'exécution, l'angle d'inclinaison entre l'axe de révolution de la cavité et l'axe du tube est de préférence compris entre 2 et 5 degrés.

On peut également prévoir qu'un nez de bouterolle, destiné à venir prendre appui sur la paroi intérieure du tube à déformer est introduit dans ce dernier lorsque l'extrémité du tube est introduite dans la cavité de l'outil. On réalise alors un façonnage de l'intérieur du tube en même temps que l'on déforme ce tube.

Dans une autre forme d'exécution d'un procédé selon l'invention, la pièce de forme est placée sur l'extrémité du tube de telle sorte que l'axe longitudinal de la cavité correspond sensiblement à l'axe longitudinal du tube, et un outil extérieur vient en appui sur une face de la pièce de forme opposée à la face dans laquelle est réalisée la cavité.

Dans ce cas, l'outil extérieur est avantageusement un outil d'axe incliné par rapport à l'axe longitudinal du tube et cet outil est animé d'un mouvement orbital par rapport à l'axe longitudinal du tube combiné à une translation vers la matrice.

La présente invention concerne aussi un outil pour la mise en œuvre d'un procédé de déformation selon l'invention. Cet outil se présente sous la forme d'une pièce sensiblement cylindrique, à l'extrémité de laquelle est réalisée une cavité ouverte, présentant un axe de révolution et comportant un fond sensiblement disposé dans un plan transversal ainsi qu'une zone conique voisine du fond et se rétrécissant en s'éloignant de ce dernier. La cavité présente par exemple du côté de son côté ouvert une seconde zone conique, se raccordant à la première et s'élargissant vers le côté ouvert.

Pour réaliser une nervure, ou un bourrelet annulaire, sur la surface extérieure du tube à déformer, la cavité présente avantageusement une gorge annulaire. De même, pour réaliser une gorge annulaire sur la surface extérieure du tube à déformer, la cavité présente avantageusement une nervure annulaire.

Un autre type d'outil pouvant être utilisé pour mettre en œuvre un procédé selon l'invention comporte une pièce sensiblement cylindrique, à l'extrémité de laquelle est réalisée une cavité ouverte, présentant un axe de révolution et comportant un fond sensiblement disposé dans un plan transversal ainsi qu'une zone conique voisine du fond et il comporte également un nez de bouterolle monté pivotant par rapport à un axe transversal de la cavité. Ce nez de bouterolle permet un façonnage du tube depuis l'intérieur au cours de la déformation.

Dans une forme de réalisation avantageuse de ce type d'outil, la cavité est réalisée dans une pièce tubulaire dans laquelle vient prendre place le nez de bouterolle, le fond de la cavité étant formé par la base de la bouterolle, ces deux pièces étant montées dans un logement de forme sensiblement cylindrique circulaire, présentant un fond et ouvert à l'extrémité opposée.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé, représentant à titre d'exemples non limitatifs plusieurs variantes de réalisation d'un procédé selon l'invention et plusieurs outils mis en œuvre dans ces variantes.

Figures 1 à 4 représentent de manière schématique quatre étapes d'un procédé pour déformer un tube à proximité de l'une de ses extrémités,

Figure 5 est une vue en coupe montrant un raccord obtenu lors de la déformation illustrée sur les figures 1 à 4,

Figure 6 est une vue correspondante à la figure 4 pour un procédé identique utilisant un outil différent,

Figure 7 est une vue en coupe montrant un raccord utilisant un tube tel que représenté déformé sur la figure 6,

Figure 8 est une vue correspondant à la figure 4 pour une autre variante de réalisation,

Figure 9 est une vue en coupe d'un raccord obtenu avec un tube tel que représenté sur la figure 8,

Figures 10 à 13 sont des vues montrant une variante d'un procédé selon l'invention,

5 Figure 14 est une vue en coupe montrant un raccord obtenu avec un tube déformé par le procédé illustré sur les figures 10 à 13,

Figure 15 montre à échelle agrandie une variante de réalisation de l'outil représenté sur les figures 10 à 13, et

10 Figure 16 est une vue correspondante à la figure 15 pour une autre variante de réalisation d'un outil selon l'invention.

Les figures 1 à 4 représentent une matrice ouvrante 2 comportant deux mâchoires 4. Entre ces deux mâchoires, vient prendre place un tube 6. Ce tube est disposé de telle sorte qu'une extrémité libre de celui-ci fait saillie hors de la matrice 2. On reconnaît également sur ces 15 figures un outil 8 présentant une face frontale 10 dans laquelle est réalisée une cavité 12.

Le tube 6 est un tube métallique cylindrique circulaire. Il présente un axe longitudinal de symétrie 14.

20 La matrice 2 est destinée à maintenir le tube 6 pendant sa déformation et elle détermine également en partie la forme du tube déformé. Les deux mâchoires 4 formant la matrice 2 sont appuyées l'une vers l'autre par des moyens non représentés et connus de l'homme du métier. De cette manière, elles viennent serrer et maintenir le tube 6 en place. Une extrémité libre 16 du tube 6 fait saillie hors de la matrice 2. 25 La déformation du tube 6 sera réalisée au niveau où le tube 6 sort de la matrice 2.

Les mâchoires 4 présentent un évidement 18 correspondant sensiblement à la surface extérieure du tube à déformer. Les dimensions de cet évidement 18 sont adaptées pour permettre un excellent serrage du 30 tube 6. Au niveau de la face 20 de la matrice de laquelle l'extrémité libre 16 du tube fait saillie, une rainure supplémentaire 22 est réalisée dans chaque mâchoire 4. La forme de cette rainure 22 est adaptée à la déformation que l'on souhaite réaliser.

35 L'outil 8 comporte une broche 24 à l'extrémité de laquelle est fixée une pièce de forme 26. La cavité 12 est réalisée dans la pièce de forme 26. La broche 24 et la pièce de forme 26 sont deux pièces



d'enveloppe extérieure sensiblement cylindrique circulaire et présentent chacune un axe de révolution commun 28. Cet axe 28 est sécant avec l'axe 14 du tube et est incliné par rapport à celui-ci d'environ 4°.

La cavité 12 présente une ouverture 30 au niveau de la face frontale 10. A l'opposé de l'ouverture 30, la cavité 12 présente un fond 32 sensiblement transversal par rapport à l'axe 28. Du côté du fond 32, la cavité 12 présente une surface 34 tronconique. Ce tronc de cône va en se rétrécissant vers l'ouverture 30. Avant cette ouverture 30, la surface de la cavité 12 s'élargit à nouveau. La cavité 12 présente donc un rétrécissement 36. Cet élargissement de la cavité 12 du côté de l'ouverture 30 se présente sous la forme de deux zones tronconiques avec des angles de cône différents.

La figure 1 montre uniquement les différents objets mis en œuvre pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention. Sur la figure 2, comme on le constate aisément, un déplacement relatif entre l'outil et la matrice a eu lieu. On suppose ici que la matrice 2 est fixe tandis que l'outil 8 peut se déplacer en translation selon une direction parallèle à l'axe 14 du tube 6. Ainsi, l'outil 8 s'est rapproché de la matrice 2 et l'extrémité libre 16 du tube 6 pénètre dans la cavité 12 de la pièce de forme 26. L'outil 8 est alors entraîné en rotation autour de l'axe 14 du tube. Cet outil est alors animé d'un mouvement orbital par rapport au tube 6. L'axe 28 de l'outil est alors entraîné de manière à décrire un cône autour de l'axe 16 du tube 2. Ce mouvement de rotation est combiné au mouvement de translation selon la direction déterminée par l'axe 14 du tube 6. Le porte-outil permettant l'entraînement de l'outil 8 n'est pas représenté au dessin. Un tel porte-outil est connu de l'homme du métier. On peut utiliser ici une machine à bouteroller du même type que celle décrite dans le document FR-2 660 219.

Au cours du rapprochement de l'outil 8 vers la matrice 2, l'extrémité libre 16 du tube vient en butée contre le fond 32 de la cavité 12. La profondeur de la cavité 12 et la longueur du tube faisant saillie hors de la matrice sont telles que, lorsque l'extrémité 16 du tube vient en butée contre le fond 32 de la cavité, il reste encore un espace entre la face frontale 10 de l'outil et la face 20 de la matrice. L'outil continue à être entraîné dans son mouvement orbital et dans son mouvement de translation pour provoquer la déformation du tube 6. Grâce à la

combinaison de ces deux mouvements, l'outil 8 exerce sur le tube 6, notamment sur son extrémité libre 16, une force sensiblement axiale. Cette force n'est pas exercée sur toute la périphérie du tube mais localement. La zone d'application de cette force tourne avec l'outil 8. On a donc une force qui se déplace à la périphérie du tube. Ceci permet de réaliser une déformation "en douceur" qui ne brusque pas le matériau constitutif du tube et ne casse pas les fibres du métal.

La zone tronconique 34 de la cavité 12 est telle que, lors de la rotation de l'outil 8, l'extrémité libre 16 du tube 6 ne soit pas déformée. La déformation du tube 6 commence au niveau du rétrécissement 36 de la cavité. L'outil 8 vient repousser la matière du tube 6 dans la rainure 22 réalisée dans les mâchoires 4. En même temps, la partie de la cavité se trouvant entre le rétrécissement 36 et l'ouverture 30 vient façonner l'extérieur du tube pour lui donner la forme souhaitée. Comme représenté sur la figure 4, l'outil 8 vient buter contre la face 20 de la matrice 2. La déformation du tube est achevée. On retire alors l'extrémité libre 16 du tube hors de la cavité 12 et on ouvre les mâchoires 4. Le tube est ainsi libéré.

La figure 5 montre un raccord réalisé avec le tube déformé grâce au procédé illustré par les figures 1 à 4. On reconnaît dans ce raccord le tube 6 déformé, un écrou 38, un mamelon fileté 40 présentant une surface conique intérieure 42, ainsi qu'un joint 44. Ces différentes pièces sont connues de l'homme du métier et sont normalisées. Elles ne sont donc pas décrites en détail ici. Le bourrelet extérieur 46 qui a été obtenu par repoussage du tube dans la rainure 22 des mâchoires 4 sert de butée au fond de l'écrou 38. La zone façonnée de l'extérieur par la pièce de forme 26 sert de support au joint 44. Ce dernier vient en appui sur la face frontale du mamelon 40.

La figure 6 montre une variante de l'outil 8. Ainsi, il est possible de déformer différemment le tube 6. Ici, dans la zone de la cavité comprise entre l'ouverture 30 et le rétrécissement 36, la cavité présente une nervure annulaire 48 qui est destinée à réaliser une gorge 50 à la surface extérieure du tube 6. Cette gorge 50 est destinée à recevoir un joint torique 52. Le procédé de déformation du tube est identique à celui décrit précédemment. Il n'est donc représentée au dessin qu'une étape de ce procédé correspondant à l'étape montrée sur la figure 4.

De même sur la figure 8 on représente une étape du procédé de déformation correspondant à l'étape représentée sur la figure 4. Ici, la zone de la cavité comprise entre le rétrécissement 36 et l'ouverture 30 comporte une gorge annulaire 54. Cette gorge 54 permet de réaliser au niveau de la surface extérieure du tube un second bourrelet 56. Comme représenté sur la figure 9, on retrouve donc le premier bourrelet 46 et le second bourrelet 56. Ce second bourrelet 56 se situe au niveau de la surface conique 42 du mamelon 40. Entre les deux bourrelets 46 et 56 est placé le joint torique 52. On réalise donc ici une étanchéité au niveau de la surface conique 42.

Les figures 10 à 13 illustrent une variante du procédé de déformation décrit en référence aux figures 1 à 4. Comme on peut le voir sur ces figures, l'outil utilisé est ici fort différent des outils représentés sur les figures 1 à 4, 6 et 8. Dans le principe, on retrouve une pièce de forme 126 dans laquelle est ménagée une cavité 112. Au centre de la cavité 112 se trouve toutefois un nez de bouterolle 158 monté pivotant autour d'un axe transversal 160. La pièce de forme 126 et le nez de bouterolle 158 sont montés dans un logement ménagé dans un support 162. Ce support est lui-même monté sur une broche 124. La broche 124 et le support 162 présentent un axe de révolution commun 128. Du côté de la matrice 2, on retrouve les mêmes éléments. La seule différence que l'on note sur les figures 10 à 13 au niveau de la matrice concerne la rainure 22 qui présente une forme légèrement différente. Comme pour le procédé décrit précédemment, l'axe 14 du tube 6 est sécant avec l'axe 128 de l'outil et l'angle formé entre l'axe 14 et l'axe 128 est d'environ 4°.

Le procédé de déformation est ici le suivant.

Au cours d'une première étape, représentée sur la figure 10, l'outil se rapproche de la matrice 2. Il présente alors un mouvement de translation selon la direction donnée par l'axe 14 du tube 6. Au cours de ce mouvement de rapprochement, l'outil peut également être animé d'un mouvement orbital tel que décrit ci-dessus. L'axe 128 de l'outil décrit alors un cône autour de l'axe 14 du tube. Comme on l'aperçoit sur la figure 10, le nez de bouterolle vient en appui contre la paroi intérieure du tube 6. Le bord du nez de cette bouterolle est arrondi de manière à faciliter son introduction dans le tube 6. Lorsque le mouvement de rapprochement continue, le nez de bouterolle 158 pivote autour de son axe 160 et rentre dans le tube 6. La surface de contact entre la pièce de forme 126 et la

base du nez de bouterolle 158 est sensiblement sphérique. Un ressort 164 maintient la pièce de forme en appui sur le nez de bouterolle.

Une fois le nez de bouterolle introduit dans le tube 6 comme montré sur la figure 11, le mouvement de rapprochement de l'outil vers la matrice se continue, une paroi du tube 6 vient alors buter contre le fond de la cavité 112. Ici, le fond de la cavité 112 est réalisé par la base du nez de bouterolle 158. Ceci est représenté sur la figure 12. Le mouvement de rapprochement de l'outil combiné à son mouvement orbital se continue. On a alors, comme expliqué précédemment, application d'une force sensiblement axiale sur l'extrémité libre du tube. Cette force est exercée de manière localisée, la zone d'application tournant à la périphérie du tube. Toutefois, on a ici, en plus de la déformation par la paroi extérieure, un façonnage de l'intérieur du tube grâce au nez de bouterolle. De cette manière, il est possible de maîtriser précisément l'épaisseur du tube dans la zone déformée.

Une fois la déformation réalisée, l'outil s'éloigne de la matrice et les mâchoires 4 de cette dernière sont ouvertes afin de libérer le tube déformé. Ce tube est alors utilisé pour réaliser par exemple un raccord tel que représenté sur la figure 14. On retrouve ici un écrou 138 venant en prise sur un mamelon fileté 140. Bien entendu, l'écrou 138 est monté sur le tube 6 avant la déformation de ce dernier. Dans ce raccord, on remarque que le tube 6 présente également un bourrelet 146 contre lequel vient prendre appui le fond de l'écrou 138. Au niveau de ce bourrelet 146 on remarque que le tube présente une surépaisseur qui a pu être réalisée grâce au nez de bouterolle 158.

La figure 15 montre plus en détail et à échelle agrandie une variante de réalisation d'un outil pouvant être utilisée dans le procédé illustré sur les figures 10 à 13. On retrouve ici une pièce de forme 126 et un nez de bouterolle 158. Ces deux pièces sont logées dans une pièce support 162. Cette dernière est montée à l'extrémité d'une broche 124. En position de repos, cet ensemble présente un axe de révolution 128.

Le nez de bouterolle comporte une base bombée à fond 166 plat. La pièce support 162 est en forme de pot. Le fond plat 166 du nez de bouterolle vient reposer contre le fond intérieur de la pièce support 162. La base du nez de bouterolle 158 porte une saillie tronconique s'étendant le long de l'axe 128 (en position de repos de l'ensemble). Cette saillie

tronconique porte à son extrémité une nervure annulaire dont la forme est adaptée au façonnage souhaité de l'intérieur du tube 6. Au niveau du passage entre la base du nez de bouterolle et la saillie tronconique, se trouve l'axe 160 d'articulation du nez de bouterolle. Cet axe est transversal par rapport à l'axe 128 de l'outil.

La pièce de forme 126 est ici une pièce tubulaire. Elle vient recouvrir à la manière d'une bague le nez de bouterolle 158. Au niveau de la base du nez de bouterolle, la pièce de forme 126 est en contact. La surface de contact est une surface sensiblement sphérique. Cette surface permet au nez de bouterolle de pivoter sans induire un pivotement de la pièce de forme 126. Au niveau de la saillie tronconique du nez de bouterolle, un jeu subsiste entre le nez de bouterolle et la pièce de forme. Ce jeu est destiné à permettre le passage de la paroi du tube 6 à déformer. La surface extérieure de la pièce de forme 126 est sensiblement cylindrique circulaire. Elle vient épouser la paroi intérieure de la pièce support 162 en forme de pot. Une bague élastique 168 vient maintenir l'ensemble formé par le nez de bouterolle 158 et la bague 126 dans la pièce support 162.

La figure 16 montre une variante d'un outil pouvant être utilisée pour réaliser une déformation du tube 6 à proximité de son extrémité libre 16. Ici, la matrice 2 reste inchangée. Elle comporte deux mâchoires 4, une face 20 de laquelle fait saillie le tube 6 à déformer, et un logement pour recevoir le tube. Des rainures 22 sont également prévues pour permettre la déformation de la paroi du tube.

Ici, l'outil est réalisé en deux pièces distinctes : une douille de forme 226 et une bouterolle plate inclinée 270.

La pièce de forme 126 présente la forme d'une douille fermée à l'une de ses extrémités. Cette pièce de forme présente donc une cavité 212. Cette cavité est de forme adaptée au tube et à la déformation souhaitée du tube. La pièce de forme 226 présente un axe de révolution. Lorsque la pièce de forme est mise en place sur l'extrémité libre 16 du tube 6. Cet axe de révolution est confondu avec l'axe 14 du tube. Du côté opposé à la face dans laquelle débouche la cavité 212, la pièce de forme présente un fond plat 272 transversal.

La bouterolle plate inclinée comporte une broche 224 d'axe 228. Cet axe 228 est sécant avec l'axe 14 du tube et est incliné par rapport à cet axe. A l'extrémité de la broche 224, est montée une tête de

bouterolle 274 présentant une face frontale 276 conique aplatie. L'angle du cône est tel que la face frontale présente une arête 278 perpendiculaire à l'axe 14 du tube.

Pour réaliser la déformation du tube, la pièce de forme 226 est mise en place sur l'extrémité libre du tube 6. Cette pièce de forme peut être reliée à la matrice 2. Cette liaison permet un déplacement en translation le long de l'axe 14 de la pièce de forme 226. L'extrémité libre du tube 16 vient en appui au fond de la cavité 212 de la pièce de forme 226. La bouterolle plate inclinée est animée d'un mouvement orbital. Son axe 228 décrit donc un cône autour de l'axe 14. Cette bouterolle 270 est également animée d'un mouvement de translation selon la direction donnée par l'axe 14 vers la matrice 2. La bouterolle 270 vient appuyer par sa face frontale 276 sur le fond 272 de la pièce de forme 226. Au cours de ce mouvement, il y a toujours une arête 278 en contact avec le fond 272 de la pièce de forme 226. Cette ligne de contact tourne autour de l'axe 14. La bouterolle 270 exerce sur la pièce de forme 226 une force sensiblement axiale. Cette force est intégralement retransmise au tube 16. Elle est localisée à la position angulaire de l'arête 278 qui est au contact avec le fond 272. Au cours du mouvement orbital de la bouterolle 270, la zone d'application de la force se déplace sur la périphérie de l'extrémité libre du tube. Une fois la déformation souhaitée réalisée, on retire la bouterolle et la pièce de forme 226 et on libère le tube déformé en ouvrant la matrice 2.

Tous les procédés décrits ci-dessus permettent de déformer un tube à proximité de son extrémité libre. Ces procédés sont des procédés économiques car l'énergie mise en œuvre pour déformer un tube est inférieure à l'énergie mise en œuvre par les procédés de l'art antérieur permettant de réaliser une telle déformation. De plus, ces procédés permettent de déformer un tube métallique sans casser les fibres du métal. De ce fait, au niveau de la déformation le tube ne présente pas de faiblesse. La solidité et la rigidité du tube restent constantes sur toute sa longueur.

Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux procédés décrits ci-dessus à titre d'exemples non limitatifs, ni aux outils décrits eux aussi à titre d'exemples non limitatifs ; elle en embrasse au contraire toutes les variantes dans le cadre des revendications ci-après.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de déformation d'un tube (6) présentant un axe longitudinal (14), à proximité de son extrémité (16), dans lequel le tube (6) est mis en place dans une matrice (2) ouvrante présentant une empreinte (22) correspondant à la forme extérieure finale souhaitée, une extrémité libre (16) du tube dépassant hors de la matrice (2), caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- introduction de l'extrémité (16) du tube dépassant de la matrice (2) dans une cavité (12;112;212) d'une pièce de forme (26;126;226), cette cavité présentant un fond (32), une paroi latérale de forme adaptée au tube et à la déformation souhaitée, ainsi qu'une ouverture (30) opposée au fond (32),

- appui de l'extrémité du tube (16) contre le fond (32) de la cavité (12;112;212), un jeu subsistant entre l'ouverture de la cavité et la matrice,

- application d'une force essentiellement axiale sur l'extrémité (16) du tube par l'intermédiaire de la pièce de forme (26;126;226), la zone d'application de la force tournant autour de l'axe longitudinal (14) du tube provoquant ainsi une déformation progressive du tube,

- retrait de l'extrémité du tube déformé hors de la cavité (12;112;212) de la pièce de forme et hors de la matrice (2).

2. Procédé de déformation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pièce de forme (26;126) est intégrée à un outil (8) présentant un axe longitudinal (28;128) incliné par rapport à l'axe du tube et sensiblement sécant avec ce dernier, et en ce que la force essentiellement axiale est exercée sur l'extrémité du tube par mise en rotation de l'outil, celui-ci étant alors animé d'un mouvement orbital par rapport à l'axe (14) du tube, et par rapprochement simultané de l'outil (8) et de la matrice (2).

3. Procédé de déformation selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'angle d'inclinaison entre l'axe (28;128) de révolution de la cavité et l'axe (14) du tube est compris entre 2 et 5 degrés.

4. Procédé de déformation selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce qu'un nez de bouterolle (158), destiné à venir prendre appui sur la paroi intérieure du tube (6) à déformer est introduit dans ce dernier lorsque l'extrémité (16) du tube est introduite dans la cavité (112)

de l'outil.

5. Procédé de déformation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pièce de forme (226) est placée sur l'extrémité (16) du tube de telle sorte que l'axe longitudinal de la cavité (212) correspond sensiblement à l'axe longitudinal (14) du tube, et en ce qu'un outil extérieur (270) vient en appui sur une face (272) de la pièce de forme (226) opposée à la face dans laquelle est réalisée la cavité (212).

6. Procédé de déformation selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'outil extérieur est un outil (270) d'axe incliné (228) par rapport à l'axe (14) longitudinal du tube et en ce que cet outil est animé d'un mouvement orbital par rapport à l'axe longitudinal du tube combiné à une translation vers la matrice (2).

7. Outil (8) pour la mise en œuvre d'un procédé de déformation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il se présente sous la forme d'une pièce sensiblement cylindrique, à l'extrémité de laquelle est réalisée une cavité (12) ouverte, présentant un axe de révolution (28) et comportant un fond (32) sensiblement disposé dans un plan transversal ainsi qu'une zone conique (34) voisine du fond (32) et se rétrécissant en s'éloignant de ce dernier.

8. Outil selon la revendication 7, caractérisé en ce que la cavité (12) présente du côté de son côté ouvert (10) une seconde zone conique, se raccordant à la première et s'élargissant vers le côté ouvert (10).

9. Outil selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que la cavité (12) présente une gorge annulaire (54).

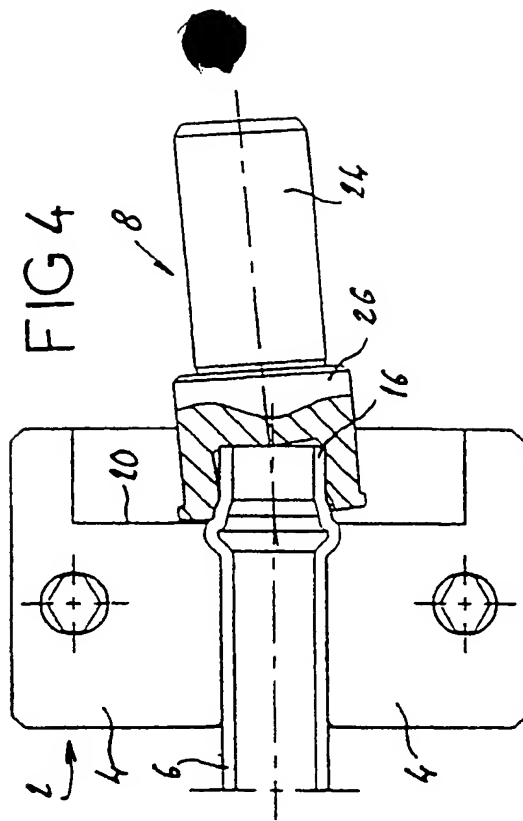
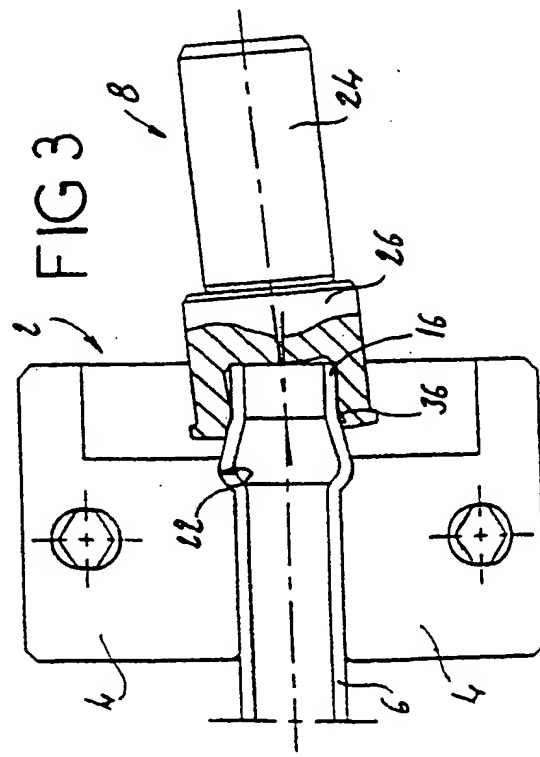
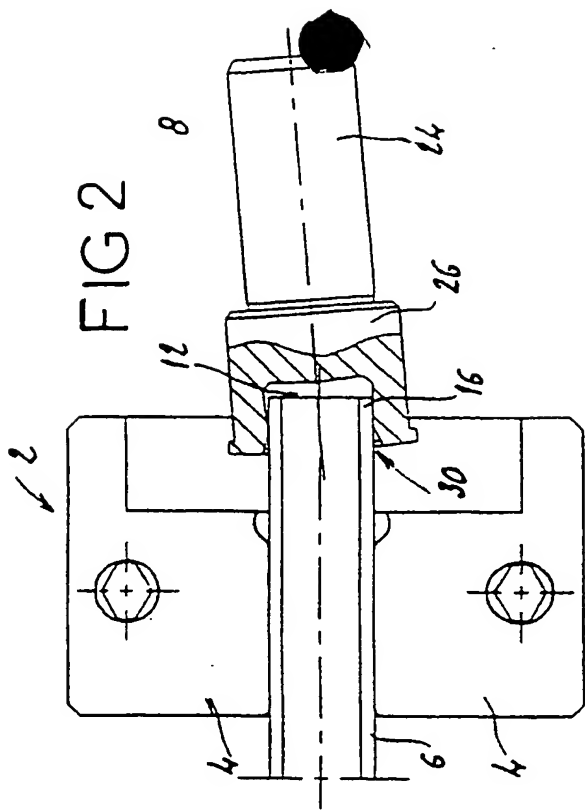
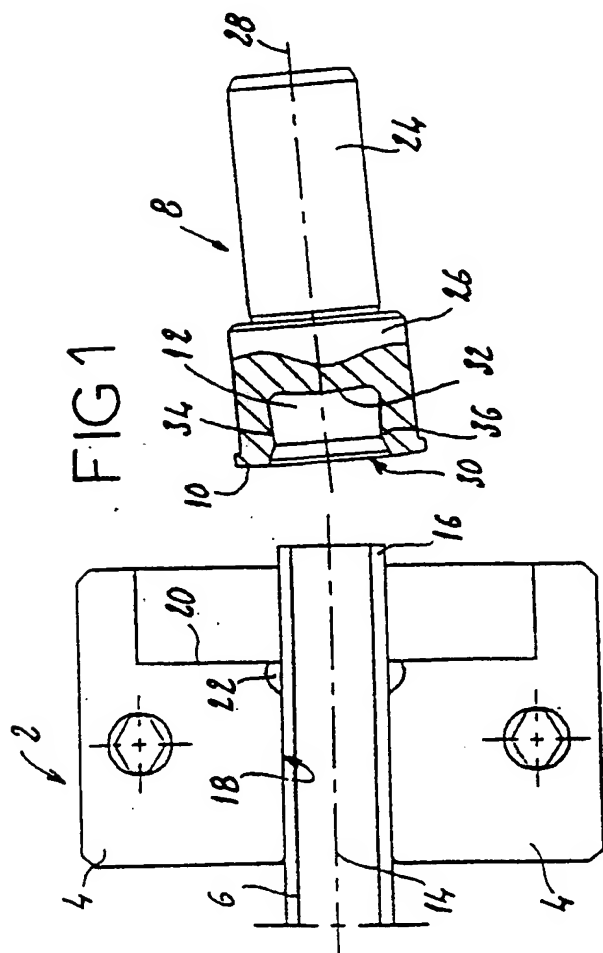
10. Outil selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que la cavité (12) présente une nervure annulaire (48).

11. Outil pour la mise en œuvre d'un procédé de déformation selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce sensiblement cylindrique, à l'extrémité de laquelle est réalisée une cavité ouverte (112), présentant un axe de révolution (128) et comportant un fond sensiblement disposé dans un plan transversal ainsi qu'une zone conique voisine du fond et en ce qu'il comporte également un nez de bouterolle (158) monté pivotant par rapport à un axe transversal (160) de la cavité.

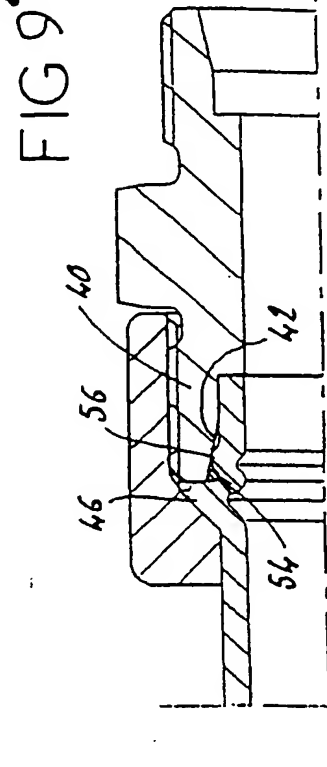
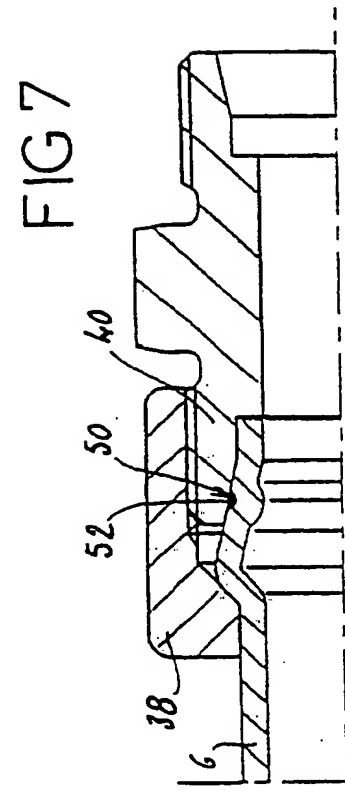
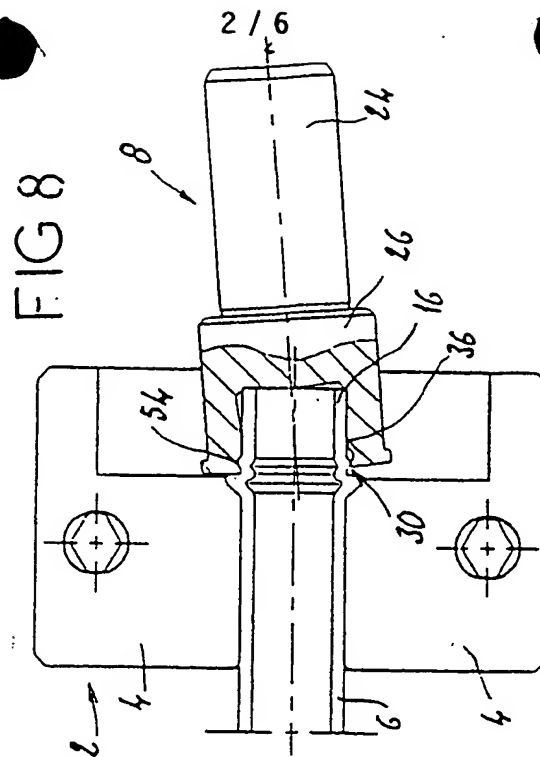
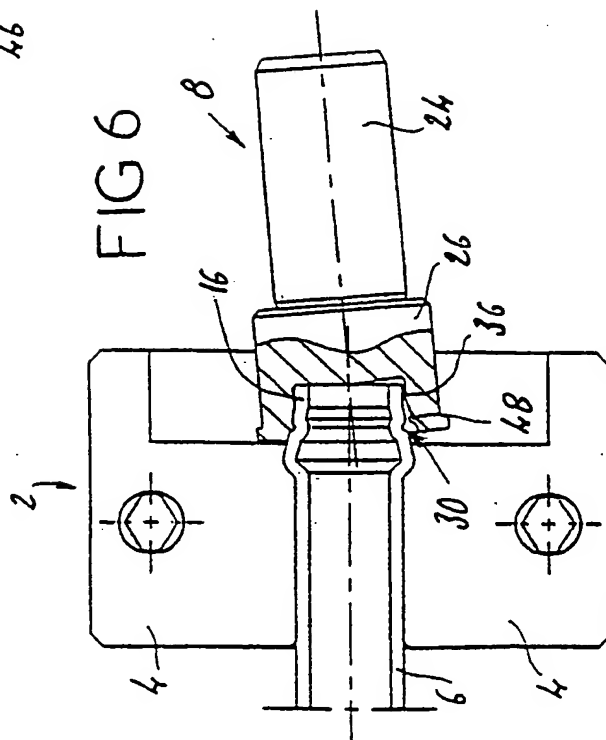
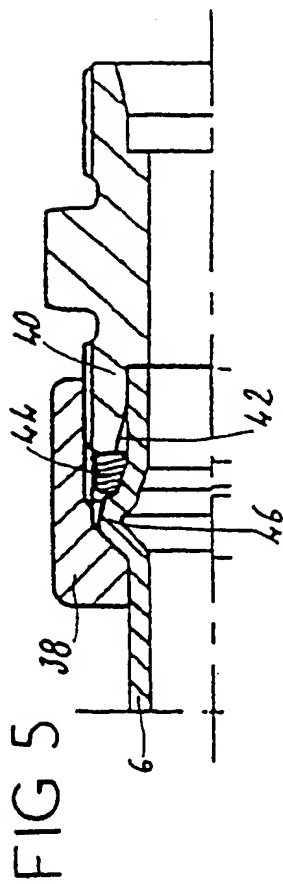
12. Outil selon la revendication 11, caractérisé en ce que la cavité est réalisée dans une pièce tubulaire (126) dans laquelle vient



prendre place le nez de bouterolle (158), le fond de la cavité étant formé par la base de la bouterolle, ces deux pièces étant montées dans un logement de forme sensiblement cylindrique circulaire, présentant un fond et ouvert à l'extrémité opposée.



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)



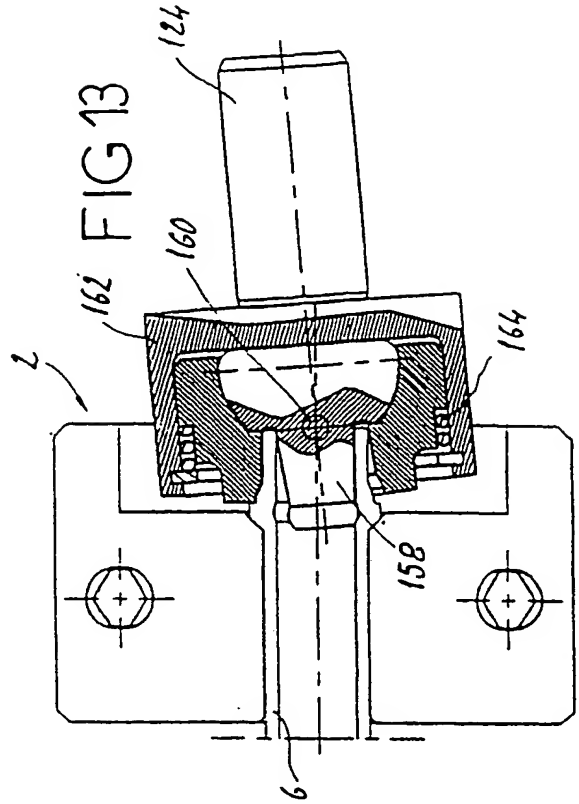
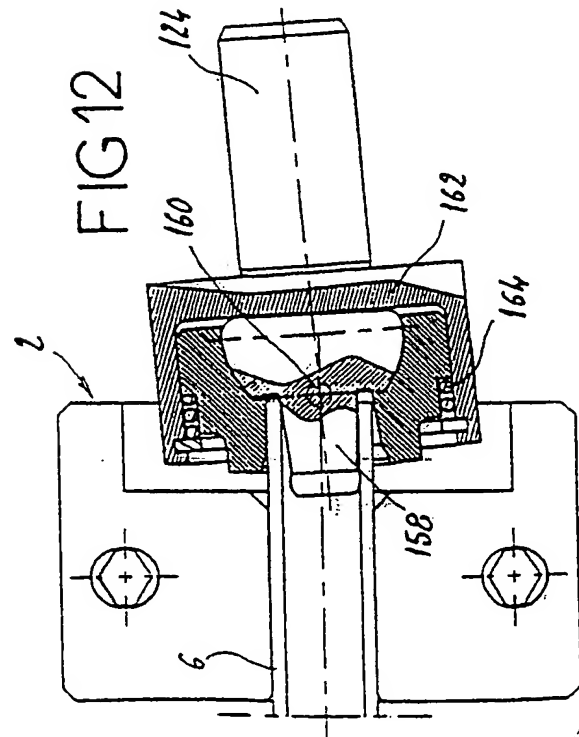
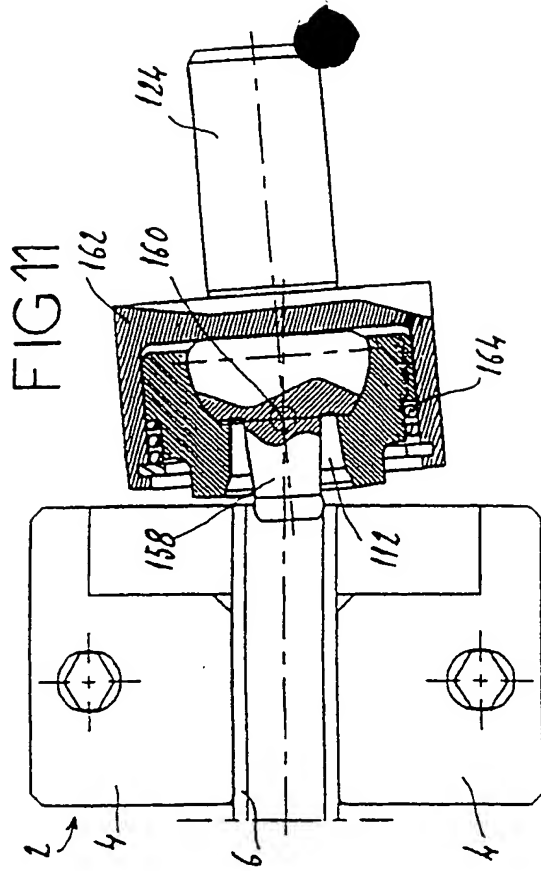
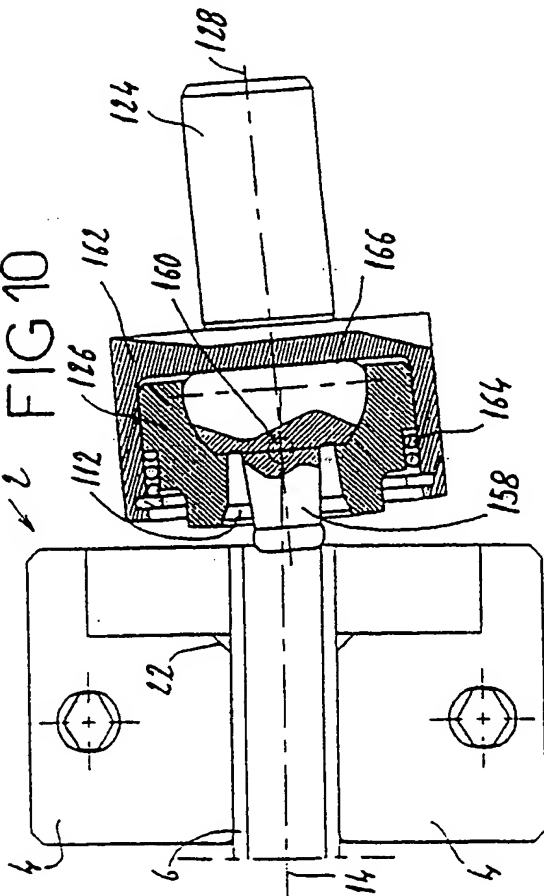


FIG 14

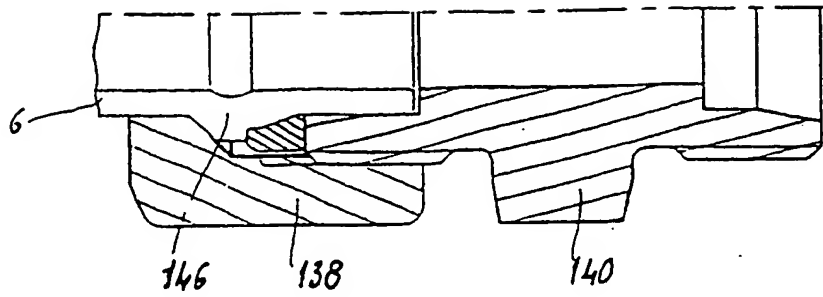


FIG 15

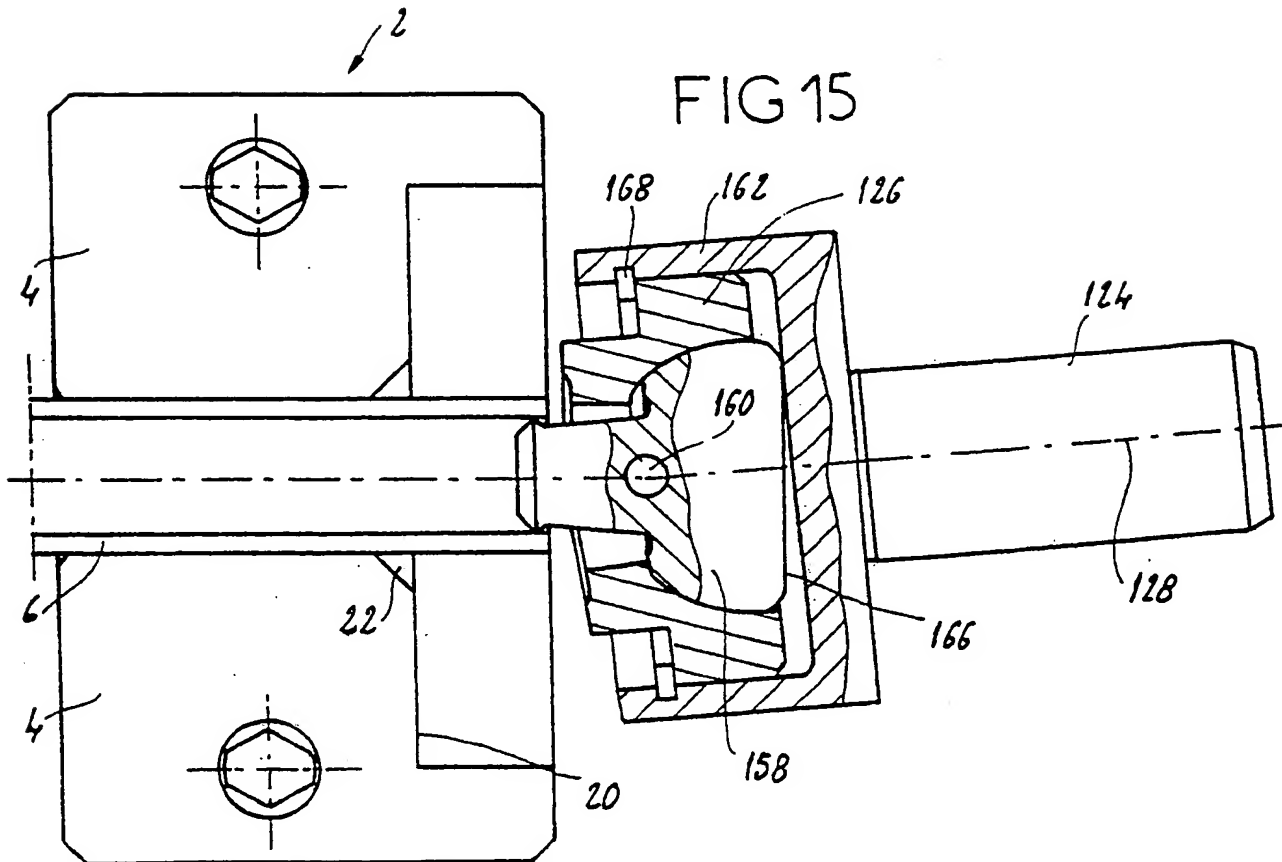


FIG 16

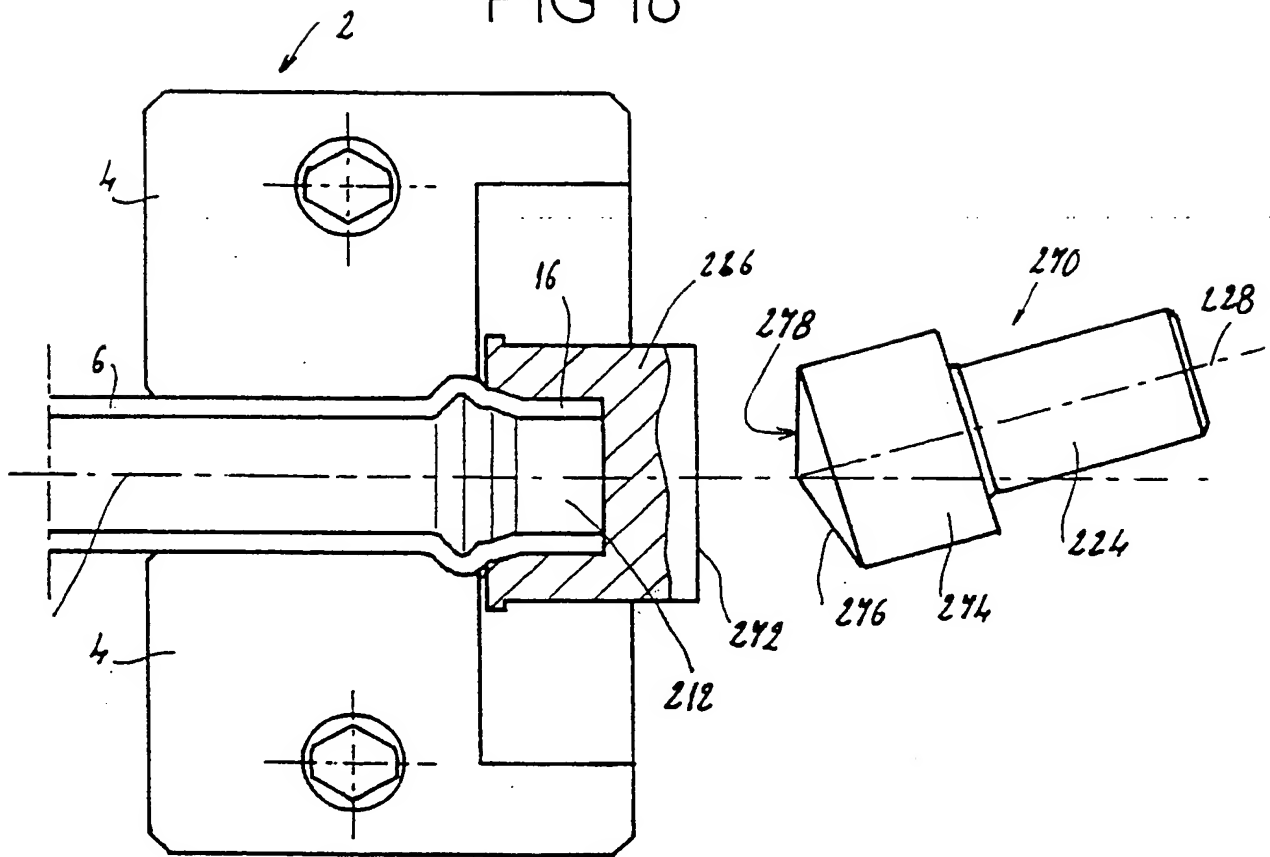


FIG 16

